

Plasmabeschleuniger-Anordnung

Publication number: DE10130464

Publication date: 2003-01-02

Inventor: KORNFELD GUENTER (DE); SCHWERTFEGER
WERNER (DE); LENZ ROLAND (DE); COUSTOU
GREGORY (DE)

Applicant: THALES ELECTRON DEVICES GMBH (DE)

Classification:






- **international:** **B64G1/40; F03H1/00; H05H1/54; B64G1/22; F03H1/00;
H05H1/00;** (IPC1-7): H05H1/54; F03H1/00

- **European:** B64G1/40D; F03H1/00; H05H1/54

Application number: DE20011030464 20010623

Priority number(s): DE20011030464 20010623

Also published as:

 WO03000550 (A1)
 EP1401708 (A1)
 US7084572 (B2)
 US2004183452 (A1)
 EP1401708 (A0)

more >>

Report a data error here

Abstract of **DE10130464**

The invention relates to various advantageous embodiments of a plasma-accelerator configuration, especially for the configuration and design of electron sources used for ionizing the working gas and/or neutralizing the discharged plasma jet.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 101 30 464 A 1**

⑤ Int. Cl.⁷:
H 05 H 1/54
F 03 H 1/00

⑳ Aktenzeichen: 101 30 464.1
㉔ Anmeldetag: 23. 6. 2001
㉕ Offenlegungstag: 2. 1. 2003

DE 101 30 464 A 1

㉑ Anmelder:
THALES ELECTRON DEVICES GmbH, 89077 Ulm,
DE
㉒ Vertreter:
Weber, G., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 89073 Ulm

㉓ Erfinder:
Kornfeld, Günter, Dr., 89275 Elchingen, DE;
Schwertfeger, Werner, Dr., 89143 Blaubeuren, DE;
Lenz, Roland, 89075 Ulm, DE; Coustou, Gregory,
89073 Ulm, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

DE-AS 12 22 589
DE 198 28 704 A1
US 58 47 493 A
US 42 96 327 A
US 48 21 509
US 48 21 508
US 39 56 666
US 37 35 591
US 34 62 622
EP 05 41 309 A1

JP Patent Abstracts of Japan:
08045697 A;
06249131 A;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Plasmabeschleuniger-Anordnung

⑤⑦ Für eine Plasmabeschleuniger-Anordnung werden vor-
teilhafte Ausführungen insbesondere für Anordnung und
Ausführung von Elektronenquellen zur Ionisation des Ar-
beitsgases und/oder der Neutralisation des austretenden
Plasmastrahls angegeben.

DE 101 30 464 A 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Plasmabeschleuniger-Anordnung.

[0002] Plasmabeschleuniger-Anordnungen sind insbesondere in Form von Hall-Thrustern bekannt, welche eine um eine zentrale Längsachse verlaufende Plasmakammer besitzen. Am Boden der Plasmakammer ist eine ringförmige Anode angeordnet, von welcher aus sich die Plasmakammer im wesentlichen in Form eines Kreisringzylinders in Längsachsenrichtung zum Plasmastrahlausgang erstreckt. Auf der Seite des Plasmastrahlausgangs der Plasmakammer und typischerweise außerhalb dieser ist eine aktive Kathode, insbesondere in Form einer Plasmahohlkathode mit Gasentladung oder einer thermionischen Kathode, als Elektronenquelle angeordnet, welche Elektronen einerseits in die Plasmakammer und andererseits in Richtung des austretenden Plasmastrahls zu dessen Neutralisation emittiert. Die in die Plasmakammer geleiteten Elektronen werden durch ein elektrisches Feld in Richtung der Anode beschleunigt und durch ein magnetisches Feld auf ringförmige Driftbahnen gezwungen. Das magnetische Feld durchsetzt die Plasmakammer im wesentlichen radial und wird erzeugt durch eine von der ringförmigen Plasmakammer umgebene erste Polanordnung um die zentrale Längsachse und einer zweiten, die Plasmakammer außen umgebenden zweiten Polanordnung als magnetischem Gegenpol.

[0003] Eine derartige Hall-Beschleuniger-Anordnung ist beispielsweise aus der EP 0 541 309 A1 bekannt.

[0004] Eine in der US 5 847 493 beschriebene Hall-Beschleuniger-Anordnung zeigt ein komplexeres Magnetfeld, bei welchem ein zweites Polpaar in entgegengesetzter Ausrichtung in Längsrichtung von einem ersten Polpaar beabstandet ist. Beide Polpaare besitzen jeweils einen inneren, von der Plasmakammer umgebenen ersten und einen äußeren, die Plasmakammer umgebenden zweiten Pol.

[0005] Die DE 198 28 704 A1 zeigt eine Plasmabeschleuniger-Anordnung mit einer im wesentlichen kreiszylindrischen Plasmakammer, welche die Längsachse als Mittelachse enthält. Ein extern erzeugter gebündelter Elektronenstrahl wird durch eine die Plasmakammer umgebende Magnetanordnung mit in Längsrichtung alternierend aufeinanderfolgenden Polwechseln auf der Mittelachse geführt und dient neben einer die Ionisation des Arbeitsgases einleitenden Wirkung insbesondere zur Neutralisation des in gleicher Richtung aus der Plasmakammer austretenden Plasmastrahls.

[0006] Eine Plasmabeschleuniger-Anordnung aus der DE-AS 12 22 589 leitet gleichfalls einen gebündelten Elektronenstrahl durch eine langgestreckte Ionisationskammer und neutralisiert damit einen in gleicher Richtung aus der Plasmakammer austretenden Plasmastrahl. Ein Teil der Elektroden in der Plasmakammer kann aus Wolfram bestehen.

[0007] Bei einem in der US 4 296 327 beschriebenen Teilchenbeschleuniger wird aus einer Kathode ein hochenergetischer gepulster Elektronenstrahl emittiert und durch eine Anodenblende geleitet, deren Blendenränder mit einem Plastikmaterial versehen sind. Auf das Plastikmaterial auftretende hochenergetische Elektronen schlagen aus dem Plastikmaterial Protonen aus, welche durch Raumladungseffekte von dem durch die Blendenöffnung durchtretenden Elektronenstrahl angezogen und in Strahlrichtung beschleunigt werden.

[0008] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine weitere sich insbesondere durch einfachen Aufbau auszeichnende Plasmabeschleuniger-Anordnung anzugeben.

[0009] Erfindungsgemäße Lösungen sind in den unabhängigen

Ansprüchen angegeben. Die abhängigen Ansprüche enthalten vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung.

[0010] Eine erste Variante der Erfindung sieht eine Plasmabeschleuniger-Anordnung vor, bei welcher als Quelle für Elektronen zur Ionisation eines Arbeitsgases eine passive Elektrodenfläche innerhalb der Plasmakammer vorzugsweise im Bereich des Plasmastrahlausgangs vorgesehen ist, welche von einem Teil der Ionen des Plasmastrahls, insbesondere aus dem Randbereich des Strahls beaufschlagt ist und beim Aufprall von Ionen Elektronen freisetzt. Als passive Elektronen emittierende Elektrode oder passive Kathode sei hierbei und im folgenden im Unterschied zu der eingangs genannten aktiven Kathode eine Elektrode zu verstehen, welche weder geheizt noch mit einer Gasentladung betrieben ist. Die derart freigesetzten Elektronen werden zumindest teilweise durch das elektrische Feld zwischen Beschleunigungselektrode entgegen der Laufrichtung des Plasmastrahls in Richtung der Anode beschleunigt und in an sich bekannter Weise durch das die Plasmakammer durchsetzende Magnetfeld beeinflusst, insbesondere zur Erhöhung der Verweildauer und der Ionisationswirkung auf Driftbahnen quer zur Längsrichtung der Plasmakammer gezwungen. Die Stoßionisation des Arbeitsgases setzt gleichzeitig weitere Elektronen frei.

[0011] Durch die Verwendung einer passiven Elektrodenfläche als Elektronenquelle für die ionisierenden Elektronen kann die Plasmabeschleuniger-Anordnung wesentlich vereinfacht werden. Vorzugsweise wird vollständig auf eine aktive Elektronenquelle verzichtet, wobei dann die passive Elektronenquelle unter dem Beschuß mit Ionen des Plasmastrahls auch die Elektronen zur Neutralisierung des Plasmastrahls emittiert, welche durch die Raumladung der Ionen in Richtung des Plasmastrahls angezogen und mitgetragen werden. Die Elektrodenquelle ist hierfür vorzugsweise durch eine Teilfläche der Beschleunigungselektrode gebildet.

[0012] Für die effiziente Erzeugung freier Elektronen bei Beschuß der Elektronenquelle mit Ionen des Plasmastrahls enthält die Elektronenquelle vorteilhafterweise ein Material, vorzugsweise ein Metall, mit geringer eigener Sputterbarkeit für lange Lebensdauer auch unter Ionenbeschuss und/oder mit hohem Elektronenauslösfaktor, welcher ein Maß für den Umfang eines bei Auftreffen eines Ions ausgelösten Elektronenschauers ist.

[0013] Die Anordnung der Elektronenquelle im Bereich des Plasmastrahlausgangs der Plasmakammer bewirkt eine hohe Energie der auf die Elektronenquelle aufschlagenden Ionen des beschleunigten Plasmastrahls und damit die Erzeugung einer ausreichenden Zahl von Elektronen. Wenn die Elektronenquelle vorteilhafterweise lediglich in einem Randbereich des Plasmastrahls angeordnet ist, treffen insbesondere Ionen aus einem stärker divergierenden Teil des Plasmastrahls, welche ohnehin durch die Divergenz einen reduzierten Anteil zum Rückstoßimpuls des Plasmastrahls beitragen, auf die Elektronenquelle auf.

[0014] Die Elektronenquelle zur Erzeugung von Elektronen für die Ionisation des Arbeitsgases kann auch von der Beschleunigungselektrode beabstandet zwischen dieser und der Anode angeordnet sein und dann im Mittel mit Ionen geringer kinetischer Energie als am Ausgang der Plasmakammer beaufschlagt sein. Dies kann insbesondere von Vorteil sein, wenn eine in Längsrichtung mehrstufige elektrische Elektrodenanordnung mit einer oder mehreren Zwischenelektroden zwischen Beschleunigungselektrode und Anode vorgesehen ist. Bei Erzeugung der Elektronen für die Ionisation des Arbeitsgases in einer Zwischenelektrodenstufe ist vorteilhafterweise eine separate Elektronenquelle zur Neu-

tralisation des Plasmastrahl im Bereich des Ausgangs des Plasmastrahl aus der Plasmakammer vorgesehen.

[0015] Der Start der Ionisation in der Plasmakammer kann durch spontan, z. B. durch Einwirkung energiereicher Höhenstrahlung gebildete Elektron-Ion-Paare erfolgen, welche bei Anlegen eines elektrischen Feldes zwischen Beschleunigungselektrode und Anode auseinanderdriften und durch Stoßionisation weitere Ladungsträgertrennungen und durch Ionenaufschlag auf die passive Elektronenquelle die Freisetzung von Elektronen bewirken und die Erzeugung des Plasmas in Gang setzen. Eine anfängliche Ionisation kann auch ausgelöst und/oder unterstützt werden durch eine kurzfristige Erhöhung eines elektrischen Feldes und/oder des Drucks des Arbeitsgases in der Plasmakammer über die Werte des laufenden Betriebs hinaus.

[0016] Die Erzeugung von Elektronen für die Ionisation des Arbeitsgases und/oder die Neutralisation des austretenden Plasmastrahls mittels einer passiven, nicht geheizten und mit Ionen des Plasmastrahls beaufschlagten Elektronenquelle ist für die meisten der bekannten Geometrien der Plasmakammer, insbesondere die Ringform des Hall-Thrusters und die Kreiszylinderform mit in der Plasmakammer enthaltener zentraler Längsachse vorteilhaft einsetzbar. Besonders vorteilhaft ist der Einsatz der passiven Elektronenquelle in Verbindung mit einem Aufbau einer Plasmakammer mit mehreren in Längsrichtung der Plasmakammer aufeinanderfolgenden Stufen, welche jeweils eine eigene Elektrode auf einem Zwischenpotential zwischen Beschleunigungselektrode und Anode aufweisen und durch starke radiale Magnetfeldkomponenten zwischen den aufeinanderfolgenden Elektroden eine besonders hohe Vervielfältigungsrate der Elektronen aufweisen.

[0017] Eine zweite Variante der Erfindung sieht vor, die an sich vom Hall-Thruster bekannte Anordnung einer außerhalb der Plasmakammer angeordneten, insbesondere aktiven Elektronenquelle auf einen Aufbau einer Plasmakammer anzuwenden, bei welcher die Plasmakammer eine im wesentlichen drehsymmetrische Form aufweist und im Unterschied zum Hall-Thruster nicht ringförmig einen zentralen Bereich um die Längsachse ausspart, sondern die Längsachse enthält. Die Magnetfeldanordnung weist dabei wenigstens einen die Plasmakammer umgebenden ersten Magnetpol zwischen Beschleunigungselektrode und Anode und wenigstens einen weiteren, in Längsrichtung von dem ersten Magnetpol beabstandeten zweiten Magnetpol als Gegenpol auf. Demgegenüber liegen beim Hall-Thruster die das Magnetfeld in der Plasmakammer maßgeblich prägenden korrespondierenden Magnetpole im wesentlichen radial gegenüber.

[0018] Die externe Elektronenquelle kann in an sich gebräuchlicher Weise neben den zur Ionisation des Arbeitsgases in die Plasmakammer geleiteten Elektronen auch die zur Neutralisation des austretenden Plasmastrahls benötigten Elektronen liefern. Günstigerweise kann auf die reichhaltigen Erfahrungen mit derartigen externen Elektronenquellen in Hall-Thrustern aufgebaut werden.

[0019] Im Unterschied zu bekannten Plasmabeschleuniger-Anordnungen, mit die Längsachse enthaltendem und vergleichbare Magnetfeldanordnungen aufweisendem Aufbau der Plasmakammer, in welche ein Elektronenstrahl auf der Längsachse eingeleitet ist, wird kein Strahlsystem zur Erzeugung eines gebündelten Elektronenstrahls benötigt, was die Anordnung im Aufbau vereinfacht und in der Baulänge verkürzt. Insbesondere kann die Plasmakammer anodenseitig nach hinten abgeschlossen sein.

[0020] Die Magnetfeldanordnung ist vorteilhafterweise mehrstufig mit in Längsrichtung alternierend aufeinanderfolgenden Polwechseln aufgebaut und vorzugsweise kombi-

niert mit einer in Längsrichtung mehrstufigen Anordnung von Elektroden auf unterschiedlichen Potentialen mit wenigstens einer Zwischenelektrode im Längsverlauf der Plasmakammer auf einem Zwischenpotential zwischen Beschleunigungselektrode und Anode. Die Zwischenelektroden liegen vorzugsweise in Längsrichtung zwischen aufeinanderfolgenden gegensinnigen Magnetpolen.

[0021] Die Erfindung ist nachfolgend anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die Abbildungen noch eingehend veranschaulicht. Dabei zeigt

[0022] Fig. 1 einen Längsschnitt durch eine Plasmakammer mit passiver Elektronenquelle

[0023] Fig. 2 einen Längsschnitt durch eine Plasmakammer mit externer Elektronenquelle

[0024] Der in Fig. 1 im Längsschnitt dargestellte Aufbau einer Plasmakammer ist stark vereinfacht gezeichnet. Die Plasmakammer PK ist seitlich begrenzt durch nichtleitende Kammerwände KW. Die Plasmakammer kann eine an sich bekannte Form besitzen, beispielsweise drehsymmetrisch um eine erste Längsachse LA (A), welche durch die Plasmakammer verläuft, im wesentlichen kreiszylindrisch oder nach Art eines Hall-Thrusters ringförmig um eine zweite Längsachse LA (B), welche dann nicht durch die Plasmakammer verläuft, aufgebaut sein. Im letzteren Fall ist ein zweiter Längsschnitt spiegelsymmetrisch zur Längsachse LA (B) zu ergänzen. Im folgenden wird der weiteren Erläuterung der Fig. 1 der erstgenannte Aufbau mit zentraler Längsachse LA (A) zugrunde gelegt.

[0025] Die Plasmakammer kann mit einem anodenseitigen Flansch FA und einem ausgangsseitigen Flansch FB zur Befestigung innerhalb einer größeren Anordnung versehen sein. Die Kammerwand KW kann beispielsweise aus Keramik bestehen.

[0026] In der Plasmakammer, welche sich zwischen einer Anodenelektrode AO und einer beim Ausgang PA des Plasmastrahls PB befindlichen Kathode KA als Beschleunigungselektrode für die positiv geladenen Ionen eines Arbeitsgases, beispielsweise Xenon, erstreckt, können weitere Zwischenelektroden Z1 bis Zn, im skizzierten Beispiel Z1 und Z2 in Längsrichtung LR aufeinanderfolgend vorgesehen sein. Die Zwischenelektroden Z1, Z2 liegen auf verschiedenen elektrischen Zwischenpotentialen zwischen den Potentialen von Anode AO und Kathode KA. Die Zuleitungen zu den einzelnen Elektroden sind nicht mit eingezeichnet.

[0027] Außerhalb der Plasmakammer PK und der sie umgebenden Kammerwand KW ist eine Magnetanordnung angebracht, welche die Plasmakammer PK vorzugsweise ringförmig umgibt.

[0028] Die Polung der in Längsrichtung aufeinanderfolgenden Stufen der Magnetanordnung ist von Stufe zu Stufe alternierend. Die Magnetpole der einzelnen Stufen liegen bevorzugt jeweils bei den Lücken zwischen den in Längsrichtung aufeinanderfolgenden Stufen. Durch die alternierende Polung aufeinanderfolgender Stufen der Magnetanordnung bildet sich in der Plasmakammer ein besonders günstiger Magnetfeldverlauf mit starken radialen Komponenten an den Lücken zwischen aufeinanderfolgenden Elektroden.

[0029] Der Plasmastrahl bildet sich gebündelt ohne scharfe Grenzen um die Längsachse (bzw. bei ringförmiger Plasmakammer um die Mitte der Plasmakammer) aus und zeigt typischerweise zum Ausgang PA hin in Längsrichtung eine leichte Divergenz. Das elektrische Feld in der Plasmakammer beschleunigt die Ionen des Arbeitsgases in Richtung des Plasmastrahlausgangs PA. Dabei treten auch Ionen auf, welche im Randbereich RB des Plasmastrahls so weit von der zentralen Längsachse entfernt sind, daß sie seitlich

auf Elektrodenflächen, insbesondere im Bereich des Strahl-
ausgangs PA auf die Kathode KA treffen. Durch die hohe ki-
netische Energie der Ionen können dabei Elektronen aus der
Oberfläche der passiven Kathode ausgeschlagen werden.
Diese aus der passiven Kathode freigesetzten Elektronen
können zum einen durch die Differenzen der anliegenden
Potentiale in Richtung der Anode beschleunigt werden und
sich unter dem Einfluß der in der Plasmakammer herrschen-
den elektrischen und magnetischen Felder in der Plasma-
kammer bewegen und dabei durch Stoßionisation des Ar-
beitsgases, welches als neutrales Gas im Bereich der Anode
eingeleitet ist, sowohl positiv geladene Ionen als auch wei-
tere Elektronen erzeugen. Dieser aus der Kathode durch Ionen-
aufschlag freigesetzte Anteil von Elektronen ist in Fig. 1
mit e1 bezeichnet.

[0030] Zum anderen können die aus der Kathode freige-
setzten Elektronen sich unter dem Einfluß der positiven
Raumladung eines noch nicht neutralisierten Plasmastrahls
als Anteil e2 zu dem Plasmastrahl hin bewegen und zu des-
sen Neutralisation beitragen.

[0031] Die Kathode KA kann vollständig oder zumindest
an einer den aufschlagenden Ionen zugewandten Teilfläche
ein Material mit niedriger eigener Sputterbarkeit aufweisen,
aus welchem unter Ionenbeschuss keine materialeigenen
Atome gelöst werden, und hierfür auch eine speziell präpa-
rierte Teiloberfläche oder einen Einsatz ES aufweisen.

[0032] Der Aufschlag von Ionen mit Freisetzung von
Elektronen kann auch an anderer Stelle, insbesondere auch
an den Zwischenelektroden Z1, Z2 auftreten, wobei der
Energieverlust aus dem Plasmastrahl wegen der an dieser
Stelle im Mittel geringeren kinetischen Energie des auf-
schlagenden Ions geringer ist. Ein Aufprall eines Ions auf
die Kathode als letzter Elektrode im Längsverlauf der Plasma-
kammer kann aber wegen der dort höheren Energie der
Ionen mehr Elektronen ausschlagen und diese zeigen auf
dem längeren Weg durch die Plasmakammer auch einen we-
sentlich höheren Vervielfältigungsfaktor, insbesondere bei
einem mehrstufigen Aufbau der Elektroden- und Magnetan-
ordnung.

[0033] Anstelle oder zusätzlich zu der Beschleunigungs-
elektrode KA selbst kann auch eine gesonderte Elektrode
zur Freisetzung von Elektronen durch Ionenaufprall vorge-
sehen sein. Ferner kann, falls die Neutralisierungswirkung
durch mittels Ionenaufprall erzeugte freie Elektronen unzu-
reichend ist, eine zusätzliche geheizte Elektronenquelle als
Neutralisator am Ausgang der Plasmakammer vorgesehen
sein. Bevorzugt wegen des besonders einfachen Aufbaus ist
aber eine Ausführung gänzlich ohne aktive Elektronen-
quelle und mit Erzeugung freier Elektronen zur Ionisation
und zur Neutralisation aus einer passiven Elektrode allein
durch Aufprall von Ionen aus dem Plasmastrahl selbst.

[0034] Der Start der Ionisation des Arbeitsgases kann bei
Einleitung von Arbeitsgas in die Plasmakammer u. U. durch
spontane Ladungsträgertrennung oder Einwirkung hoch-
energetischer Höhenstrahlung mit nachfolgender Vervielfä-
chung getrennter Ladungsträger in der Plasmakammer erfol-
gen. Es kann aber auch zur Unterstützung und/oder Sicher-
stellung des Ionisationsstarts anfänglich bei Einleiten des
Arbeitsgases durch kurzfristig höheren Druck des Arbeits-
gases und/oder höhere Spannung zwischen zwei Elektroden
eine Gasentladung gezündet werden.

[0035] Bei der in Fig. 2 skizzierten Variante ist für die
Plasmakammer ein Aufbau mit einer die zentrale Längs-
achse einschließenden Plasmakammer vorausgesetzt, wie er
an sich auch aus der einleitend erwähnten
DE 198 28 704 A1 ähnlich bekannt ist. Bei der in Fig. 2
skizzierten Ausführungsform sind aber die Elektronen e1
zur Ionisation des Arbeitsgases und e2 zur Neutralisation

des austretenden Plasmastrahls in einer externen Elektro-
nenquelle EQ erzeugt, welche, wie bei gebräuchlichen Hall-
Thruster-Anordnungen, im Bereich des Plasmastrahlaus-
gangs angeordnet ist und insbesondere geheizt sein kann.

[0036] Während bei Hall-Thruster-Anordnungen aber die
Plasmakammer ringförmig ausgebildet und eine Magnetan-
ordnung mit einem ersten, von der Plasmakammer umring-
ten, inneren Magnetpol und einem zweiten, die Plasmakam-
mer umgebenden äußeren Magnetpol vorgesehen ist, ist bei
der in Fig. 2 skizzierten Anordnung die Kombination der
externen Elektronenquelle mit der die zentrale Längsachse
einschließenden Form der Plasmakammer und mit einer
Magnetanordnung, welche wie bereits zu Fig. 1 beschrie-
ben, in Längsrichtung beabstandete, die Plasmakammer
ringförmig umgebende, in Längsrichtung alternierende Ma-
gnetpole aufweist, wesentlich. Vorteilhaft ist ferner die Posi-
tionierung der Magnetpole in Längsrichtung bei den Lücken
zwischen in Längsrichtung aufeinanderfolgenden Elektro-
den in der Plasmakammer.

[0037] Die vorstehend und die in den Ansprüchen ange-
gebenen sowie die den Abbildungen entnehmbaren Merkmale
sind sowohl einzeln als auch in verschiedener Kombination
vorteilhaft realisierbar. Die Erfindung ist nicht auf die be-
schriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt, sondern im
Rahmen fachmännischen Könnens in mancherlei Weise ab-
wandelbar.

Patentansprüche

1. Plasmabeschleuniger-Anordnung mit einer Plasma-
kammer zwischen einer Anode und einer am Plasma-
strahlaustritt angeordneten Beschleunigungselektrode
und einer Elektronenquelle, welche der Plasmakammer
von der Seite des Plasmastrahlaustritts Elektronen zu-
führt, die zur Ionisation eines Arbeitsgases in der Plasma-
kammer in dieser einem elektrischen und einem ma-
gnetischen Feld ausgesetzt sind, wobei die Elektronen-
quelle durch eine passive Elektrodenfläche innerhalb
der Plasmakammer, vorzugsweise im Bereich des Plas-
mastrahlaustritts, gebildet ist, welche von einem Teil
des Plasmastrahls beaufschlagt ist und beim Aufprall
von Ionen Elektronen freisetzt.
2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeich-
net, daß die Elektronenquelle durch eine Teilfläche der
Beschleunigungselektrode gebildet ist.
3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch ge-
kennzeichnet, daß in Längsrichtung zwischen Anode
und Beschleunigungselektrode eine oder mehrere Zwi-
schenelektroden angeordnet sind, die auf elektrischen
Zwischenpotentialen liegen, und daß eine in Längs-
richtung mehrstufige Magnetanordnung ein Magnet-
feld mit einer Konzentration radialer Magnetfeldkom-
ponenten zwischen aufeinanderfolgenden Elektroden
erzeugt.
4. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, da-
durch gekennzeichnet, daß die Elektronenquelle metal-
lisch ist.
5. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, da-
durch gekennzeichnet, daß die Elektronenquelle zu-
sätzlich Elektronen zur Neutralisation des austreten-
den Plasmastrahls liefert und hierfür keine zusätzliche
aktive Elektronenquelle vorhanden ist.
6. Plasmabeschleuniger-Anordnung mit einer Plasma-
kammer zwischen einer Anode und einer am Plasma-
strahlaustritt angeordneten Beschleunigungselek-
trode, sowie einer Elektronenquelle, welche der Plasma-
kammer von der Seite des Plasmastrahlaustritts
Elektronen zuführt, die zur Ionisation eines Arbeitsga-

ses in der Plasmakammer in dieser einem elektrischen und einem magnetischen Feld ausgesetzt sind, wobei die Plasmakammer drehsymmetrisch um eine Längsachse ausgebildet ist und diese enthält und eine Magnetfeldanordnung in Längsrichtung zwischen Beschleunigungselektrode wenigstens einen die Plasmakammer umgebenden ersten Magnetpol aufweist, dessen Gegenpol in Längsrichtung von dem ersten Magnetpol beabstandet ist, und die Elektronenquelle eine an der Seite des Plasmastrahlausgangs außerhalb der Plasmakammer angeordnete Elektrode umfaßt.

7. Anordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die externe Elektronenquelle zusätzlich einen Neutralisierungsstrom zu einem aus der Plasmakammer austretenden, nicht neutralen Plasmastrahl liefert.

8. Anordnung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Plasmakammer anodenseitig geschlossen ist und von der Anodenseite kein Elektronenstrahl in die Plasmakammer geführt ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

20

25

30

35

40

45

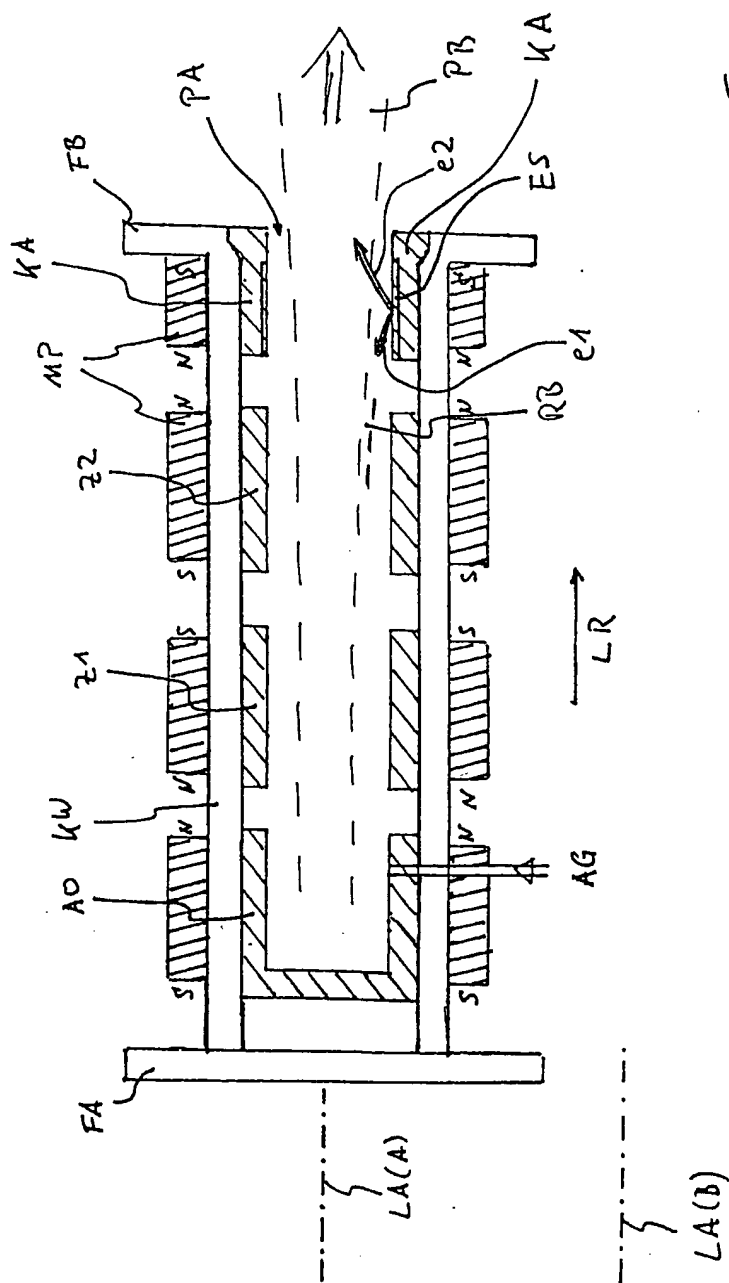
50

55

60

65

- Leerseite -



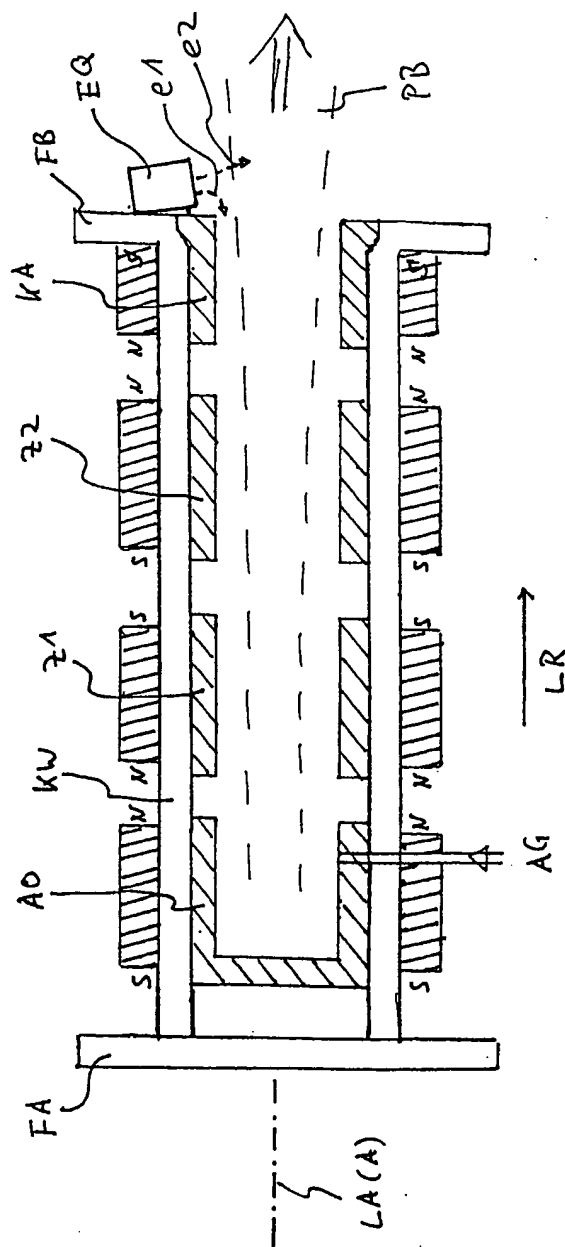


Fig-2